

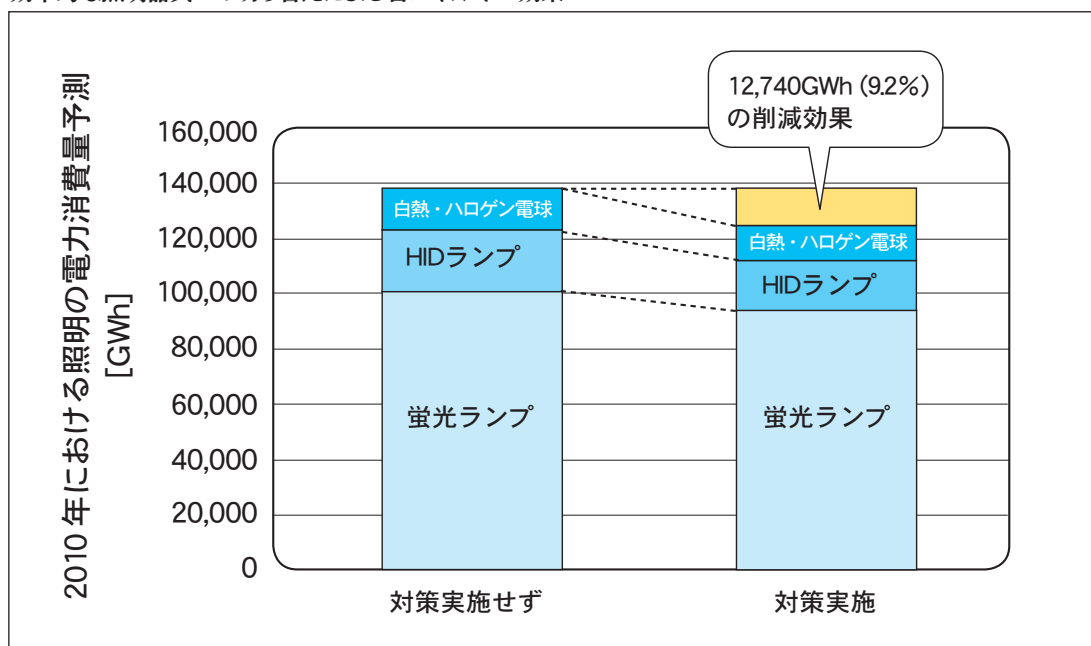
## 省エネルギーに寄与する照明の効率化技術

我が国は京都議定書の締結により、温室効果ガス排出量の削減の義務を負いながら、実際の排出量は逆に基準年に比べて増加している。特に化石エネルギー使用量の削減については、さらなる対策を講じることが求められている。そうした中で、照明は国内総発電量の十数パーセントを消費しており、省エネルギーを図る必要がある分野である。

照明の高効率化には、2つの対策がある。1つは、より少ない電力で同様の明るさを得る照明器具の効率化である。蛍光灯などランプ本体や点灯回路の改良により効率化が進められてきたが、さらに大幅な省エネルギーが期待できる照明用発光ダイオード（LED）や有機 EL など新たな光源の開発が進められている。もう1つは、使用する照明器具の種類に関係なく、省エネルギー化を図るための照明方法の効率化である。必要な明るさを必要な範囲で使用するという照明の使用方法が開発されつつある。

効率化の推進には、素子や器具の技術改良はもちろんのこと、法の整備や技術者の育成が必要である。また、照明の効率化は一般家庭でも取り組める省エネルギー活動であり、国民の意識を高めるためには、照明の占める消費電力量などのデータを継続的に調査し、実情を国民に広く知らしめる必要がある。省エネルギーは、これだけやれば終わりというものではなく、絶えずムダゼロを目指し努力を継続しなければならない。

効率的な照明器具への切り替えによる省エネルギー効果



科学技術動向研究センターにて作成

# 省エネルギーに寄与する照明の効率化技術

武井 義久

環境・エネルギーユニット

## 1 はじめに

人類は火という光源の利用に始まり、今日まで数々の人工光源を開発してきた。これらの光源の利用によって、人類は太陽光の届かない場所や時間帯でも自在に活動できるようになり、特に電灯の普及後は、人工照明(以下、照明と記載)なしの生活はもう考えられないほどになってしまった。

人工光源は、諸活動のための照明だけではなく、暖房や乾燥などの熱源、通信や複写などの情報処理の媒体、交通信号機や広告塔などの表示、景観地などでのライトアップなど、その使用箇所は枚挙に暇がないほど、人類の生活に密着している。

しかし、これらの光は果たして効率的に使われていると言えるのであろうか。光はエネルギーの一種態であるため、光源の点灯には相応の電力消費が伴うものである。

照明は、主に化石エネルギーの消費によって成り立っているため、効率化は不可欠である。

我が国は、京都議定書の締結により、温室効果ガス排出量の削減の義務を負いながら、実際の排出量は、逆に基準年に比べ増加している。特に化石エネルギー使用量の削減については、既存の対策に加えて、新たな対策も講じることが求められている。我が国では、照明が国内総発電量の十数パーセントを消費している大きな用途であるため、省エネルギー化を図る必要がある分野である。

海外においては欧米各国を中心に、温室効果ガス削減の対策として、蛍光灯などよりも効率の劣る白熱電球の使用を禁止する政策が進められている。我が国でも経済産業省の意向を受ける形で、照明器具メーカーが汎用白熱電球

の2012年までの生産中止を発表した。これにより白熱電球から蛍光灯への置き換えが急速に進むことになる。メーカーや大学等の研究機関においては、蛍光灯よりさらに効率的な光源と成り得る、照明用発光ダイオード(以下、LEDと記載)の開発が進められている。こうした状況下、総合科学技術会議は2008年5月、「環境エネルギー技術革新計画」<sup>1)</sup>において、新たな光源を用いた高効率照明を温室効果ガス排出量削減に必要な技術として取り上げている。

本稿では省エネルギーに寄与する照明方法と題して、高効率な照明器具の開発、さらにこれまであまり議論されていなかった効率的な照明方法について、最新の技術動向を報告する。

## 2 照明の現状

### 2-1

#### 照明の効率化の必要性

2005年度の我が国の総発電電力量988,900GWh<sup>2)</sup>のうち、照明に

消費された電力量は135,500GWh<sup>3)</sup>であった。これは図表1に示したように、発電した電気エネルギーの13.7%が照明に消費されていることになる。照明は人々の生活で比較的身近な存在であるので、各個人にとっても省エネルギーに取

り組みやすく、かつ消費量が多いために改善の効果が大きい分野である。

鏡を用いた太陽光の採り入れや蓄光の技術も省エネルギーに寄与するが、本稿では人工照明の効率化に焦点を当てる。ここで言う人

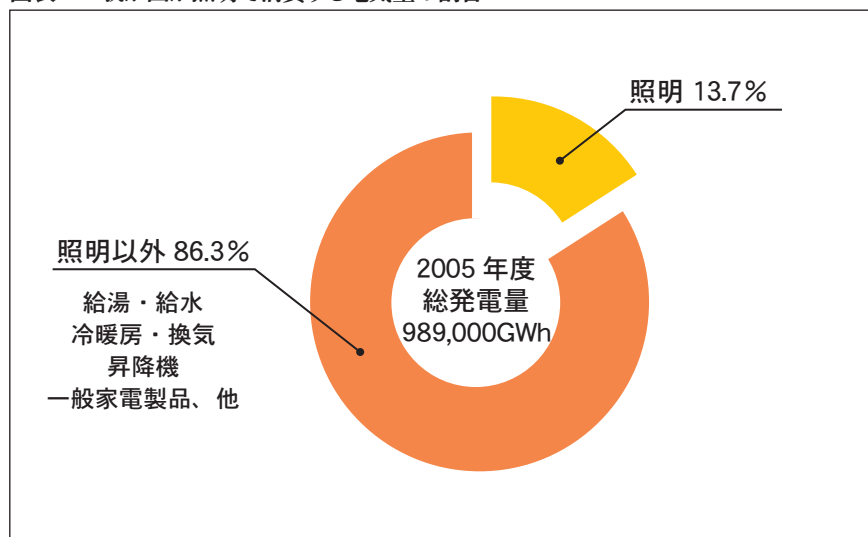
工照明とは、人工光源に電気エネルギーを投入した結果得られる光エネルギーで照明を行うものである。

## 2-2

### 現在普及している 照明用ランプ

図表2に示したように、照明用ランプはその発光原理から3種類に大別できる。それぞれに使用上の長所・短所があり、目的に応じ使い分けがされている。またエネルギーの効率性という観点で、これらのランプを比べるために、総合効率という指標が広く用いられている。総合効率は、ランプを取り付けた照明器具が発する全光束（ランプが全ての方向に出す光の量）（単位lm：ルーメン）を、その器具が消費した電力（単位W：ワット）で割った値（lm/W：ルーメン毎ワット）で表す。総合効率の値が大きいほど、少ない消費電力で同じ明るさを確保できるため、効

図表1 我が国が照明で消費する電気量の割合



科学技術動向研究センターにて作成

率が良いと言える。図表3に代表的なランプの総合効率の2005年時点の代表値を示す。

図表4は2005年度のランプの国内出荷数量をまとめたものである。年間約5億本のうち、蛍光ランプが最も多く、続いて白熱・ハロゲン電球、HIDランプの順である。図表3に示したとおり、白熱電球と蛍光ランプは効率の差が大きいので、単純に置き換えるだ

けでも省エネルギーとなる。しかし、蛍光ランプと白熱電球の比が約2対1と、すでに蛍光ランプの普及が大きく進んでしまっている我が国では、白熱電球の方が多い国々とは異なり、より高効率な照明システムも合わせて開発しなければ、大きな省エネルギー化にはつながらない。

図表2 代表的な照明用ランプ

ランプの種類		主な用途	特徴	
白熱・ハロゲン電球	<p>一般照明用、ボール、シャンデリア、ハロゲン、他</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>住宅</li> <li>商業施設</li> <li>アミューズメント施設</li> </ul>	長所	<ul style="list-style-type: none"> <li>安価で使いやすい</li> <li>光の方向を変えられる</li> <li>色の見え方がいい</li> <li>やすらぎ感が強い</li> </ul>
			短所	<ul style="list-style-type: none"> <li>寿命が短い（1,000～2,000時間）</li> <li>効率が低い</li> <li>発熱が大きい</li> </ul>
蛍光ランプ	<p>環形、直管形、電球形、コンパクト形、他</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>住宅</li> <li>事務所</li> <li>工場</li> <li>商業施設</li> </ul>	長所	<ul style="list-style-type: none"> <li>寿命が長い（3,000～10,000時間）</li> <li>効率が高い</li> <li>さまざまな光色が作れる</li> </ul>
			短所	<ul style="list-style-type: none"> <li>寒さに弱い</li> <li>点滅繰り返しに弱い</li> </ul>
HIDランプ	<p>水銀、メタルハライド、低圧ナトリウム、高圧ナトリウム、他</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>スポーツ施設</li> <li>道路・トンネル</li> <li>商業施設</li> </ul>	長所	<ul style="list-style-type: none"> <li>寿命が長い（6,000～12,000時間）</li> <li>効率が高い</li> <li>小さくて明るい</li> </ul>
			短所	<ul style="list-style-type: none"> <li>ランプ自体が高価</li> <li>明るくなるまで10分程度かかる</li> </ul>

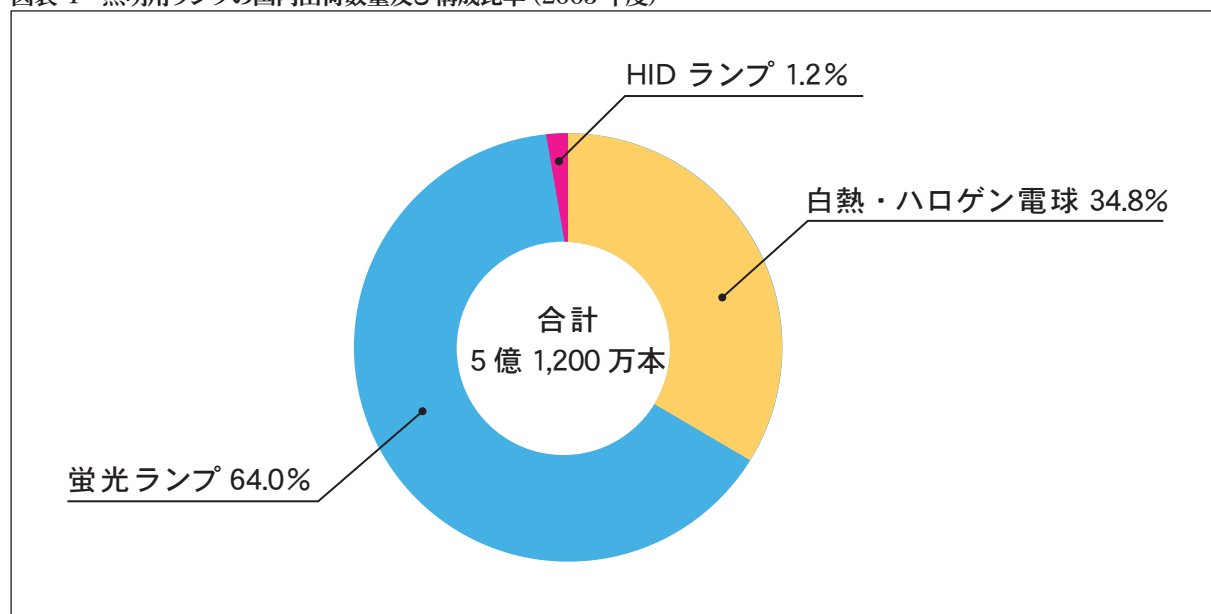
参考文献<sup>4)</sup>を基に科学技術動向研究センターにて作成

図表 3 代表的な照明用ランプの総合効率 (代表値)

分 類	ランプの種類	総合効率 [lm/W]
白熱・ハロゲン電球	ハロゲン電球 (100W)	16
	一般白熱電球 (60W)	14
蛍光ランプ	Hf 形蛍光ランプ (45W)	92
	一般白色蛍光ランプ (36W)	77
	電球形蛍光ランプ (25W)	61
HID ランプ	一般形高圧ナトリウムランプ (360W)	123
	メタルハライドランプ (400W)	90
	蛍光水銀ランプ (400W)	52

参考文献<sup>5)</sup>を基に科学技術動向研究センターにて作成

図表 4 照明用ランプの国内出荷数量及び構成比率 (2005 年度)

出典：参考文献<sup>3)</sup>

### 3 照明システムの効率化対策

照明システムの効率化のためには、次の 2 つの対策がある。

#### (1) 照明器具の効率化

照明器具の効率を高めることで、より少ない電力で同様の明るさを得るものである。これまでそれぞれの製品について、ランプ本体や点灯回路の改良により、次々と効率化が進められてきた。しかしながら既存の製品の効率向上は、本体、回路ともに、そろそろ限界を迎えつつある。そこで従来のランプを用いた照明器具より飛躍的に効率が高い LED などの新たな光源の開発が進められている。

#### (2) 照明方法の効率化

必要な明るさを必要な範囲で使用するという、照明の使用方法的効率化であり、主に屋内照明用の対策である。省エネルギー対策としては、これまであまり議論されたことはないが、照明器具の種類に関係なく省エネルギー化が図れるものである。

### 3-1

#### 従来照明器具の効率化

##### 3-1-1 白熱・ハロゲン電球

19 世紀に開発された最も歴史あるランプが白熱電球である。熱エネルギーとして損失する割合が高く、効率の悪い器具であるが、暖かみのある色味であることから、現在でもまだ商業施設を中心に広く使われている。しかし電球形蛍光ランプで代替が可能な一般白熱電球は、照明器具メーカーが 2012 年までの生産中止を発表したことで、いずれは消滅する見込みである。

ただし、クリプトン電球やハロゲン電球などの特殊電球は、コンパクト性のほかに、高演色性などの照明演出効果が高いことが特徴であるため、電球形蛍光ランプで



は代替が難しい。これらの電球は引き続き生産されるが、特殊電球を代替できる製品が現れれば、この分野での省エネルギーも達成できることになるため、演色性などが向上した製品の出現が望まれる。しかし、照明全体のうち特殊電球が占める割合は小さく、全体の省エネルギー化への寄与は小さい。

### 3-1-2 蛍光ランプ

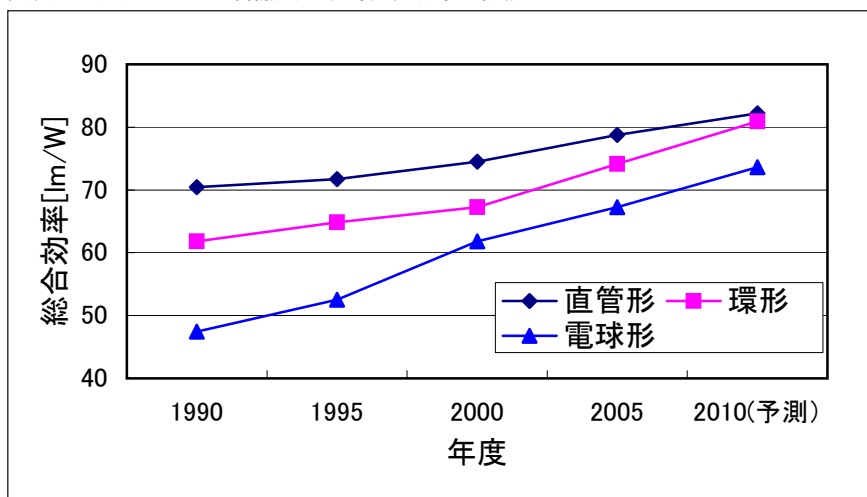
図表4に示したとおり、出荷数の6割を超える、我が国では最も普及している照明器具である。蛍光ランプは、20世紀に開発された当初は直管形のみであったが、その後、環形が、さらに電球形が開発され、現在では使用場所によって各々の形状が使い分けられている。その高効率性と長寿命性から、我が国では1970年代のオイルショックが契機となり大きく普及した器具である。

蛍光ランプはこれまで効率化の技術開発が盛んに行われてきたが、ランプ本体だけでなく安定器などの点灯回路の改善も進められ、特に発光に寄与しない損出を低減させることができるインバータ式安定器と、インバータ式専用のHf蛍光ランプ(高周波点灯専用蛍光ランプ)の開発は、大きな効率改善につながった。

一方、従来の一般白熱電球の代替用途のために開発されたのが、電球形蛍光ランプである。電球形は安定器などの点灯回路を内蔵しているため、電球のソケットにそのまま設置できるようになっている。電球型は白熱電球の発光効率の約4倍であり、同じ明るさにするための消費電力が約1/4になるため、単純に置き換えるだけで大きな省エネルギー効果が得られる。電球形蛍光ランプ製造工程のコストダウンが進んできたことで、短期間で導入が進展するようになってきた。

図表5は、蛍光ランプ照明器具

図表5 蛍光ランプ照明器具の平均総合効率の推移



出典：参考文献<sup>3)</sup>

の総合効率の平均値の推移である。各ランプとも年々向上してきたが、特に直管形と環形はインバータ化によるHf蛍光ランプの普及により効率が向上している。

蛍光ランプは、現在我が国で最も普及している器具であるが、水銀が封入されており、問題点として廃棄後の水銀の扱いがある。廃蛍光ランプからの水銀の回収を事業化している会社もあるが、持ち込まれる廃蛍光ランプは一部に留まっており、燃えないゴミとして回収し、埋め立て処分としている自治体も依然として多い。これまでの改良によりランプへの水銀の封入量は、1980年製では1本当たり100mgだったものが、2007年製では10mgを下回るまでになった<sup>6)</sup>が、まだゼロにはなっていない。回収制度の確立が大きな課題となっている。

### 3-1-3 HIDランプ(高輝度放電ランプ)

高圧水銀ランプ、メタルハライドランプ、高圧ナトリウムランプの総称で、高輝度放電ランプともいう。効率が非常に高いが、広範囲を一定時間継続して照らすのに適しており、工場や体育館、道路などで広く用いられている。

メタルハライドランプは、大規模屋外照明用として普及していた

水銀ランプより、効率と演色性を向上させる目的で開発され、徐々に水銀ランプからの置き換えが進んでいる。しかし、照明全体のうち、HIDランプが占める割合は小さく、かつ廃棄後の水銀の問題を有する。

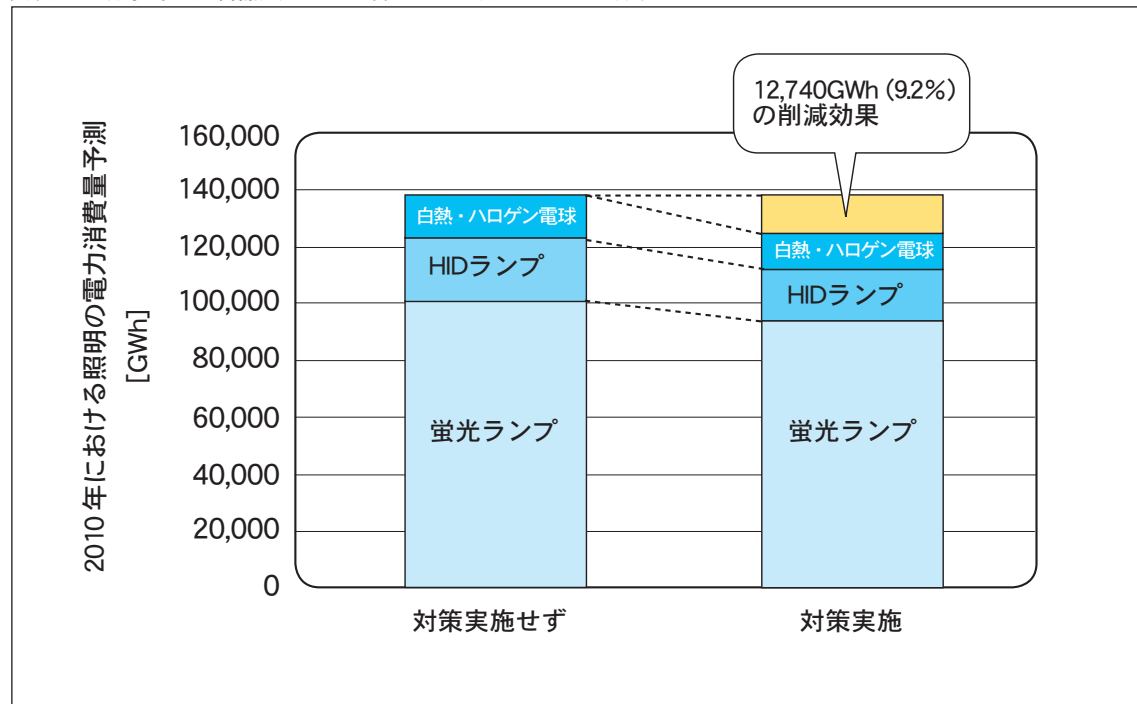
## 3-2

### 従来照明器具の効率化による省エネルギー効果

(社)日本電球工業会では、効率的な照明器具への交換による4つの省エネルギー対策<sup>4)</sup>を推奨している。これにより得られる電力消費量の削減効果は、最大で年間12,740GWhに達する。同工業会は、未対策の2010年の電力消費量を138,000GWhと予測しており、2010年までに次の(a)～(d)の対策が全て達成できれば、全体の9.2%に相当する大きな削減幅となる。

- (a) 一般照明用白熱電球を高効率的な蛍光ランプに切り替える。(ただし代替可能なものは半数と仮定する)
- (b) ハロゲン電球を高効率的なランプに切り替える。(ただし代替可能なものは半数と仮定し、代替品は蛍光ランプとメタルハラ

図表 6 効率的な照明器具への切り替えによる省エネルギー効果

参考文献<sup>4)</sup>を基に科学技術動向研究センターにて作成

イドランプを 1:1 の割合と仮定する)

- (c) 蛍光ランプの中で最も使用数の多い 40 形の直管形の蛍光ランプを全て Hf 蛍光ランプに切り替える。
- (d) 水銀ランプを全てメタルハライドランプに切り替える。

これまで蛍光ランプなどの照明器具の効率化は着々と進んできた。今後も照明器具メーカーにより効率向上が進むものと期待される。しかしながら効率向上にも限界はあり、今後現行の倍の 200lm/W に達するような大幅な向上を望むのは難しい。そこでランプに代わる新たな光源の開発が進められている。

## 3-3

### 新たな光源を用いた照明器具の開発動向

#### 3-3-1 LED 照明器具の開発

LED は電流を流すと発光する半導体の一種であり、従来のラン

プでは難しいとされる発光効率 200lm/W も実現できる次世代型光源として期待されている（ただし、照明器具としてではなく、光源単独の効率）。LED は材料である半導体自体が発光するため、劣化部分が少なく、ランプより長寿命である。LED チップ（回路を含まない半導体本体）では、すでに発光効率 150lm/W に達するものが開発されている。しかし、現状では、器具とした場合の効率の低下が大きく、総合効率の向上が目下の課題となっている。この効率の低下は、交流電源の直流への変換ロス（LED は直流電流を要するため）や周辺機器から熱を受けること（熱による効率低下）が原因とされている。

また照明用 LED は、そのままでは光が青白い。白熱電球や電球形蛍光ランプの代替にはならないため、白熱電球に近い色の製品開発が望まれている。しかし色温度を下げると効率が犠牲になるため、既存製品を置き換えるためには更なる効率の向上が急務とされている。

図表 7 は、NPO 法人 LED 照明推進協議会が示している LED 照明器具の総合効率の向上見込みであ

る。暖白色（電球色）の製品は白熱電球や電球形蛍光ランプからの置き換えを目指すものである。すでに白熱電球の発光効率を大きく上回っているが、蛍光ランプとは同等程度である。効率は年々さらに向上すると見込まれており、電球色 LED 照明器具が蛍光ランプを追い越すのは数年後と考えられている。2015 年頃には代表的な HID ランプであるメタルハライドランプや現在最も高効率な蛍光ランプである Hf 形の発光効率も追い越す見通しである。

ここで LED 照明器具の導入効果の可能性を定量的に示すため、次の (a)～(c) の仮定を置いたうえで最大値を図表 8 に見積もった。

#### (a) 必要な照明の規模

全体の照明の必要規模を固定した。(社)日本電球工業会が予測した 2010 年の全光束放出量（照明器具が発する光の量の総合計）を各年度の必要量とした。2010 年の消費電力量は図表 6 の対策実施後とした。

#### (b) LED 照明器具の効率

図表 7 の NPO 法人 LED 照明推進

協議会が示した技術ロードマップに基づくが、2050年は予測されていないため、2020年と同じ値とした。

### (c) 既存の器具からの置き換えの進捗

2015年までに白熱・ハロゲン電球は全てLED化、それ以外は徐々に置き換えが進み、2050年には全量LED化すると仮定した。つまり、効果の最大値を見積もる予測である。

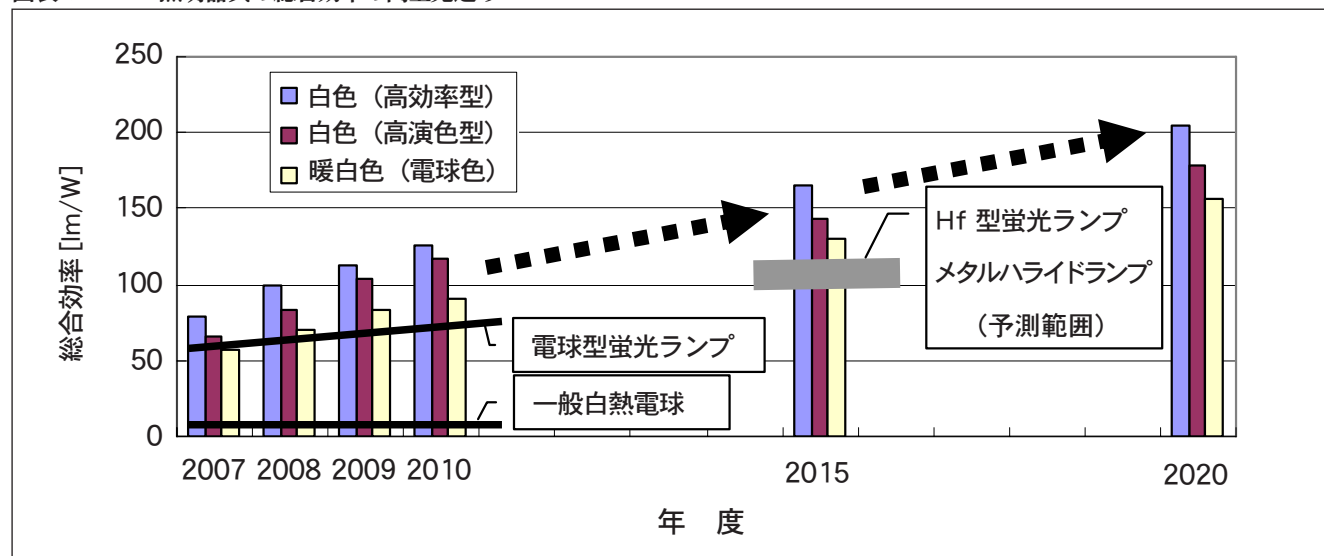
これらの前提を基にLEDの導入効果を見積もった結果が図表8である。現在の消費電力量が半減するという大きな可能性が得られる。このようにLED照明は、照明の省エネルギー化には非常に有効な技術であるが、今後普及させていくためには、解決すべき技術的な課題も多い。

これまで効率だけで効果を論じてきたが、経済性が成り立たなければ普及は進まないため、製品コ

ストの低減は大きな課題である。現在のLED照明器具の価格は、蛍光灯照明器具の4～6倍である。初期投資が高くても、電球形蛍光灯器具と高効率型LED器具を比べた場合、5～6年で回収<sup>8)</sup>できるだけの価格がすでに設定されている。しかし、導入メリットを大きくするためには、今後の製品コストの低減が望まれる。

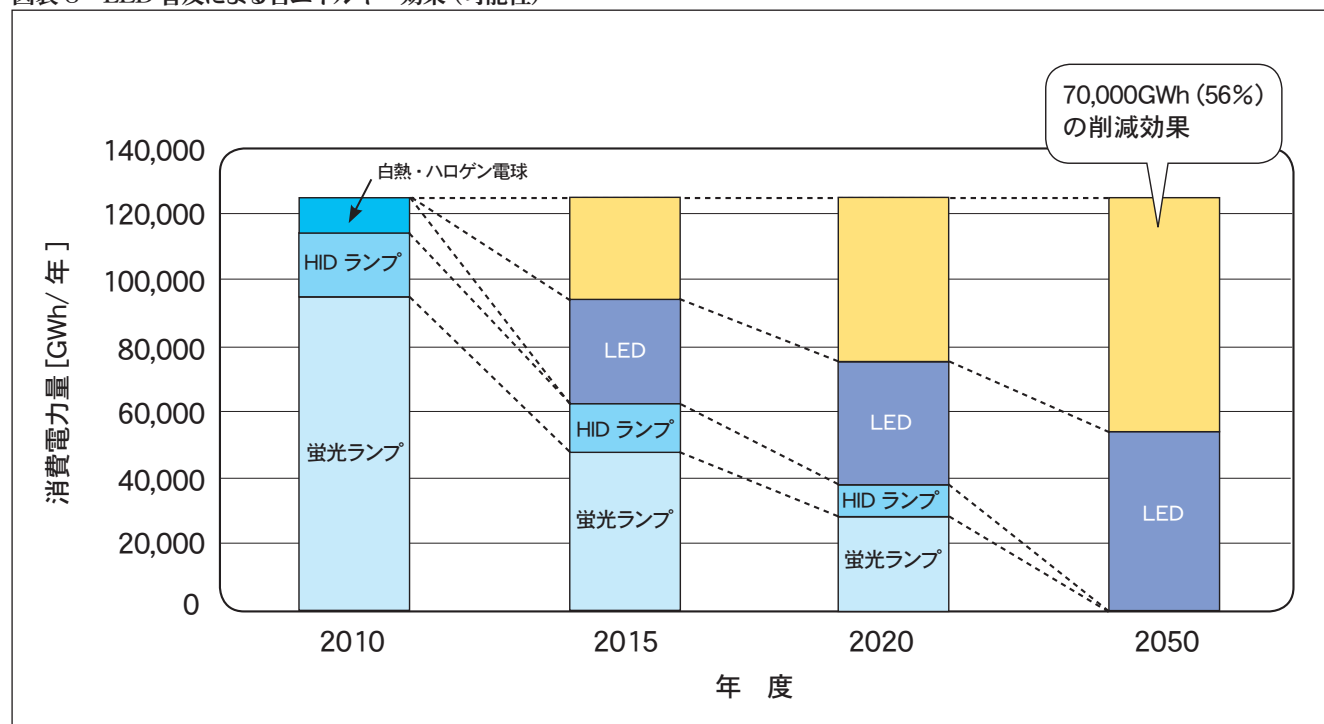
従来製品との置き換えには、効率以外の点でも従来製品と同等以

図表7 LED照明器具の総合効率の向上見込み



参考文献<sup>7)</sup>を基に科学技術動向研究センターにて作成

図表8 LED普及による省エネルギー効果 (可能性)



科学技術動向研究センターにて作成

上の性能が求められる。白熱電球やハロゲン電球は、その光の暖かみが好まれているため、LEDも蛍光灯のように電球色の開発が進められている。まだ開発途上であり、人々がその光に満足できるだけの光の質の改善や品揃え等が必要である。

製品化してから歴史の浅い照明器具であるため、規格類がまだ整備されていない。今後の需要の伸びとともに、参入してくるメーカーもさらに増えていくと予想されるため、これらの策定が必要となる。

### 3-3-2 有機 EL 照明器具の開発

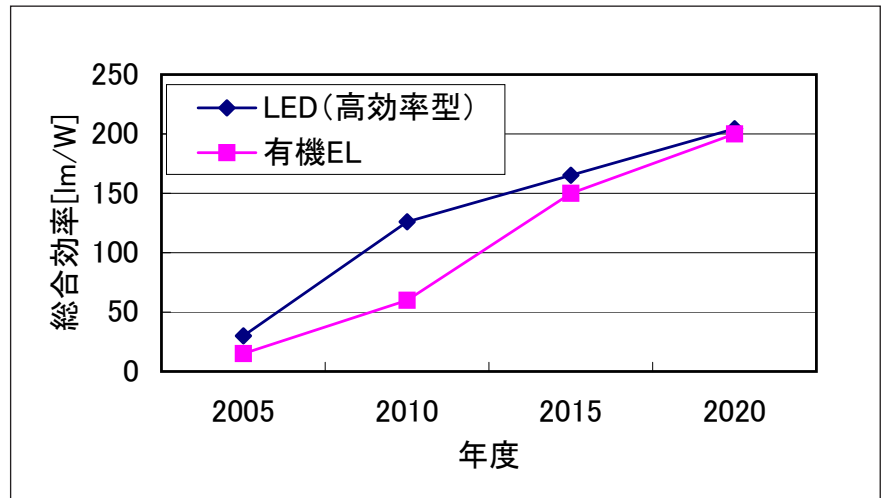
LEDの次の世代の光源として、有機ELの照明器具の開発も進められている。有機ELの優位性として、以下の特徴が挙げられている<sup>9)</sup>。

- 発光物を基板となる面に蒸着させることで、発光面を形成する。この発光面が非常に薄いため、器具を薄くできる。また基板を曲がる材料にすれば、自由に曲げることも可能である。
- 理論上は200lm/Wの発光効率が可能と計算されている。また発光物の組み合わせにより、自由な色を発光させることができる。

このように有機ELは、LEDも含めたこれまでの光源とは異なる特徴を持つため、従来の照明器具の代替だけでなく、全く新たな使用方法が期待されている。例えば歯ブラシやデンタルミラー、ルーペ、バッグなど、これまで照明が取り付けられなかった場所への設置も考えられている。

現在は総合効率が20lm/Wと白熱電球程度、寿命が3,000時間と蛍光灯の1/2以下であり、試作レベルに留まっている。図表9に示すとおり、総合効率については、将来的にLEDに追いつくというロードマップも描かれており、素子の高寿命化とともに照明器具と

図表9 有機EL照明器具の総合効率の向上見込み(LEDとの比較)



参考文献<sup>9)</sup>を基に科学技術動向研究センターにて作成

しての製品化に向けた開発が進められている。LEDに順ずる効率や寿命が達成できれば、自由な色を発光させられるという特徴を活かし、普及も進むものと期待される。

## 3-4

### 照明方法の効率化

#### 3-4-1 照明の電力消費量推移

3-2に記載したとおり、照明器具はすでに大きな効率化が進められてきた。ここでは、この効率化は省エネルギーにつながっているのかを、これまでのデータを基に確認する。

図表10には、(社)日本電球工業会が積算した照明用ランプの総電力消費量と発光効率の推移を示す。電力消費量は1990年から2010年まで130,000～140,000GWhで、ほぼ一定であった。一方、平均発光効率(国内で使用された全てのランプの発光効率の加重平均値)は、年々増加してきた。

本来同じ明るさを維持するならば、器具の効率化に伴い総電力消費量は年々減少したはずである。仮に1990年と同じ明るさで満足したと仮定すると、2005年は1990年に比べ効率が10%以上向上したため、10%以上の省エネルギー

が達成できたはずである。結果的に達成できなかったということは、別の要因があり何らかの改善の余地があり得たことを示している。

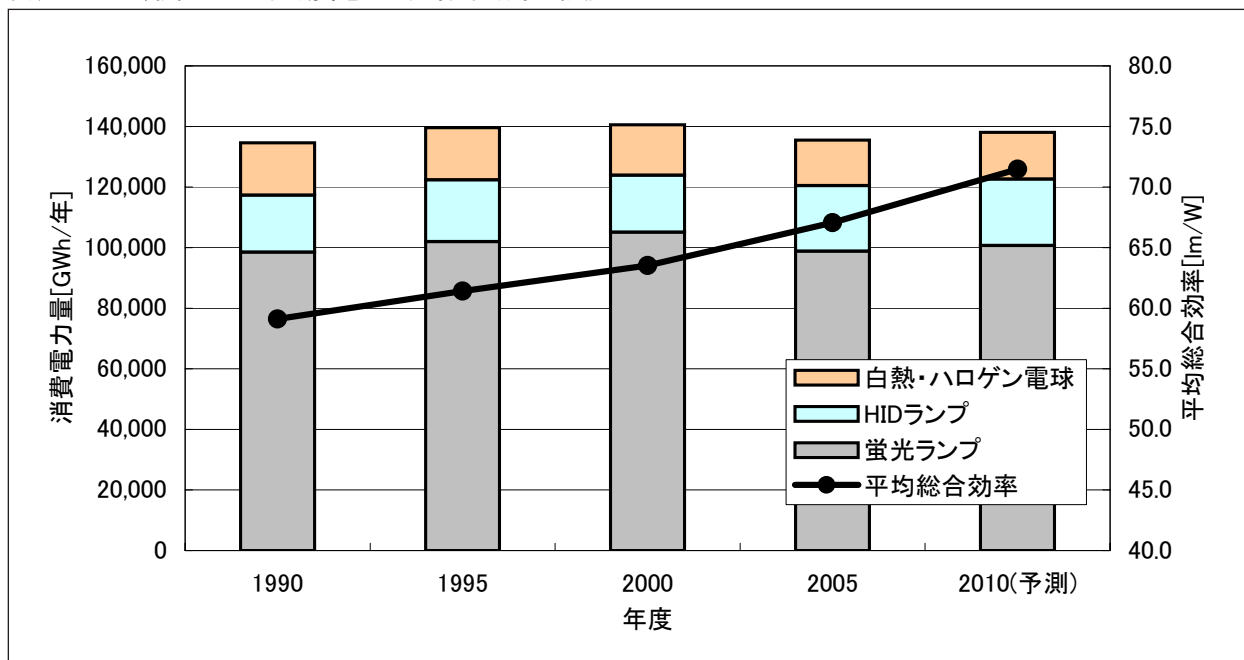
これまで照明は、常時明るい方が快適で作業効率も上がると思われていた。しかし現在のオフィスの場合では、パソコンでの事務作業が増えたこともあり、必ずしもそうとは言えなくなっている。照明を必要最小限の明るさに調整することは、省エネルギーにも寄与することになるため、次に紹介するような照明方法の効率化が検討されるようになった。

#### 3-4-2 タスク・アンビエント照明

タスク・アンビエント照明とは、作業用と周囲用の照明を別々に設置する方法である。通常、オフィスでは、昼夜を問わず部屋の隅々まで一定の明るさが確保されている。これに対し、業務における作業場所は机上など特定されているため、この作業場所だけを一定の明るさとすればよいという考え方が、タスク・アンビエント照明である。天井照明は部屋の雰囲気のためのアンビエント照明として機能させ、机上の明るさは手元の作業用のタスク照明によって確保する。図表11は、タスク・アンビエント照明の概念図である。



図表 10 照明用ランプの総消費電力と平均総合効率の推移



出典：参考文献<sup>3)</sup>

これにより照明の省エネルギーを図ることができるうえ、天井照明の電力を下げることは放散する熱も減らすことができ、冷房効率の向上にもつながる。タスク・アンビエント照明を導入したことにより、消費電力が30%低減し、さらに照明機器からの熱の放散が抑えられた結果、冷房用電力消費量を15%低減したとの報告<sup>10)</sup>もある。このように照明方法の効率化は二次的な効果も期待できる。

図表 11 の概念図では、作業者はタスク照明の on/off 操作でしか明るさを調整できないが、人には各々好みの明るさがあるという観点から、アンビエント照明の明るさを可変的に調整できるシステムの開発<sup>11)</sup>が大学の情報処理の研究室において行われている。この方法は次節で紹介する多灯分散照明と同様に、オフィスにおける作業者の快適性を高め、作業効率を上げることが目的である。実験ではさらに20%の効果がああり、合計で最大50%もの消費電力の減少が見られた。タスク・アンビエント照明はこのような大きな省エネルギー効果が期待されている効率的な照明方法である。

図表 11 タスク・アンビエント照明の概念図

形 式	TAL (1)	TAL (2)	TAL (3)
タスク照明用	タスク灯	タスク灯	タスク灯
アンビエント照明用	全般照明	アッパーライト	TAL (1) と TAL (2) との複合
姿 図			

※ TAL (Task and Ambient Lighting の略記)

出典：参考文献<sup>12)</sup>

### 3-4-3 多灯分散照明

多灯分散照明とは、消費電力の少ない照明を複数置き、目的に応じて使い分ける方法である。住宅のリビングルームでは、天井に環形蛍光灯を設置し、ダイニングテーブル上にもう1つの器具を置くのが一般的である。例えば図表 12 の左の写真の例では、合わせて92Wになる。本来、部屋で活動する際に、人数のほか、時間帯(夕方か深夜か)、目的(読書か団欒か)などに応じて、適した明るさというものがあるが、従来の設置方法ではこの調整が難しい。夜間に明るい部屋で過ごすことは、人間の本来の生活リズムを崩すことにつながり、睡眠の質に影響するとも言

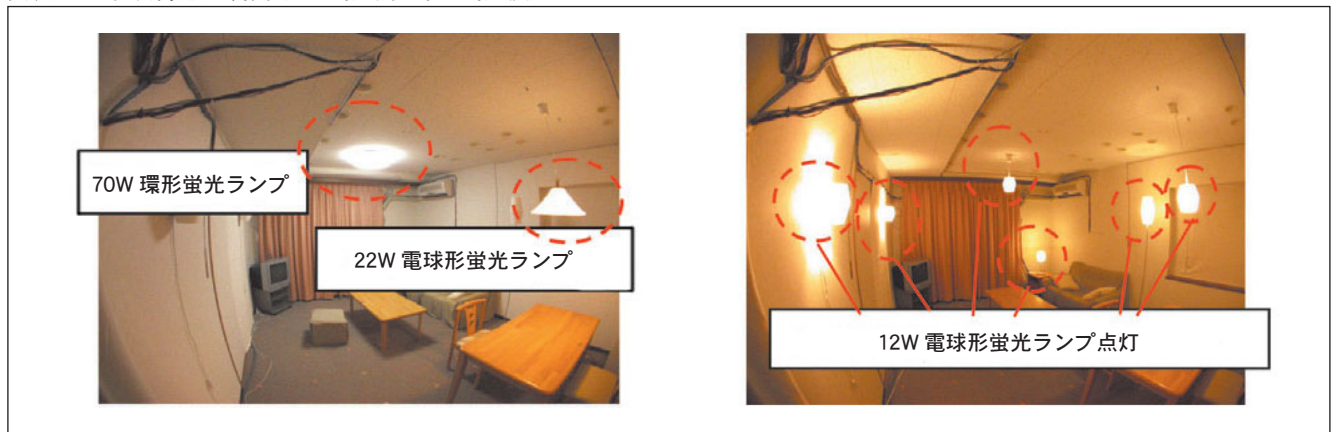
われている。

また高齢者のいる家庭では、どうしても室内照明が明るくなりがちであるが、作業上十分な明るさが必要なのは手元のみであり、部屋全体を明るくすることは必ずしも必要ではない。

照明器具を複数設置し、部屋の活動内容に応じて器具の点灯箇所を使い分け、照明の効率を上げようという考えが多灯分散照明である。図表 12 の右側の写真の例では、12W の蛍光灯を6個設置しているが、仮に同時に点灯しても72Wである。元々の電力を超えないというのが改善の原則である。

この方法は、照明方法の調整により、より快適な居住空間を創造

図表 12 多灯分散照明例 (左: 導入前、右: 導入後)

出典：参考文献<sup>13)</sup>

するために開発されてきたものであるが、結果的に省エネルギーにもつながる考え方として期待されている。

#### 3-4-4 人感センサーおよび照明管理システムの導入

人感センサーは、人の存在を感

知して照明を点消灯するシステムで、消灯忘れによる無駄を無くするためのシステムである。家庭の玄関灯やオフィスビルの非常階段灯などで採用例も増え、身近な存在になりつつある。

照明管理システムは、太陽光が採り入れられる室内などにおいて、

室内照明の照度を自動的に調整するシステムである。すでに商品化されたシステムであるが、明る過ぎる照明を調整できる有用なシステムである。採用はまだ一部の建物に限られている。

## 4 効率化照明の普及に向けた今後の課題

### 4-1

#### 高効率な照明器具普及のための開発推進

将来的な目標は全ての照明器具の高効率化であるが、近々の課題としては、まず効率の悪い白熱電球やハロゲン電球の全廃が急務である。そのためには小型の電球形蛍光灯ランプなど、白熱・ハロゲン電球の代替製品の開発も合わせて必要である。我が国より電球を好んで使っている国々での普及推進は世界的な省エネルギーに寄与するものと期待できる。

3-3にこれまでの照明器具に代わる高効率な器具として、LEDと有機ELを紹介した。特にLEDは、技術ロードマップに示された効率が実現すれば、大幅な省エネルギーが期待できる次世代の照明器具である。

### 4-2

#### データの収集と公表

照明の効率化は一般家庭でも取り組める省エネルギー活動である。しかし照明の占める消費電力量に関して、公表されているデータが少ない。国民の省エネルギー意識を高めるためにも、特に家庭での消費電力については、継続的に調査し、国民に実情を知らしめる必要がある。

### 4-3

#### 法制度の整備

##### 4-3-1 エネルギーの使用の合理化に関する法律の改訂

省エネルギーに関する法律とし

て、「エネルギーの使用の合理化に関する法律」がある。1979年の制定から今日まで30年近く運用され、国内の省エネルギーについて大きな成果を上げてきた。法には照明設備についても取り決められているが、対象が延べ床面積2,000m<sup>2</sup>以上の新築の特定建築物に留まっている。これを既存の建築物にも適用範囲を広げ、より高い省エネルギー効果を得る必要がある。

また省エネルギーを推進するために、エネルギー管理士やエネルギー管理員の資格制度が設けられている。今後は照明の改善の専門家として、照明士の権威付けも必要である。

##### 4-3-2 補助金

LED照明器具や高効率照明の方法など照明の省エネルギー技術が開発され、コスト削減も合わせて

検討されている。しかし、初期段階ではコスト高になるのは避けられない。新たな技術の普及のためには、省エネルギー技術導入のための普及補助金の前例に倣い、照明の分野にも補助金を出資することで、高効率照明器具の導入を奨励することが必要である。

効率的な照明方法の開発については、現在は大学における研究が中心である。実験室で得られた技術を確認するためには、ある程度の規模の建築物で一定期間行う実証実験が不可欠である。照明方法の効率化研究を進めるためには、できあがった技術の導入時点ではなく、このような実験の段階での資金援助が必要かつ効果的である。

### 4-3-3 規格の見直し

オフィス照明の設計における必要照度は500ルクスと定められている<sup>3)</sup>。ランプが経時劣化した後でも500ルクスを確保しなければならないため、設置する際の初期照度は700ルクスに設定されている。これは本来の必要照度を40%も上回る過剰な安全率であると考えられる。

また現在定められている照度基準<sup>14)</sup>は1979年に制定されたもの

であり、現在のようなパソコン作業が中心であるオフィスでの業務形態を想定していない。省エネルギーを目指すべき現在において、必要な照度を再考し、制度改訂する必要がある。

## 4-4

### 照明技術者の育成

タスク・アンビエント照明や多灯分散照明などの効率的な照明方法は、建物の設備設計時に、施主に理解して採用してもらわなければならない。それには効率的な照明方法を理解した技術者が設備設計に携わる必要がある。

そのためには照明の技術者を資格制度とし、統一的な育成をする必要がある。照明学会では独自の教育カリキュラムを設け、合格者には照明コンサルタントや照明士などの称号を与えているが、一般にはあまりなじみがない。これまで以上に照明技術者が設計に携わるには、技術者の発言力を強める必要がある。4-3-1にも述べたように、これには照明士を国家資格とするなどの法の整備が必要である。

また、建物の設備設計にはすでに建築士等の資格制度が確立しているため、照明技術を既存の資格の履修科目として追加することで、照明技術も有する設計技術者を育成することも可能となる。

## 4-5

### 照明分野での我が国の技術競争力の維持

これまで我が国では効率の良い器具を使用することで、照明の省エネルギー化が図られてきた。これは蛍光灯のインバータ化などの照明器具メーカーの技術革新によるものが大きく、さらにLEDや有機ELなどの新たな光源の開発においては、我が国の技術が業界をリードしている。

このように新たに高付加価値品を開発することは、我が国の得意とすべきところであり、今後も優れた開発や製造などの複数の技術を同時に磨かなくてはならない。また、この分野の技術力を世界にアピールしていく必要もあると考えられる。

## 5 おわりに

現代の人間の生活において、エネルギーの消費は不可欠である。本稿では照明の省エネルギーについて論じたが、効率の良い機器を効率良く使う技術が必要であるということは、どのエネルギー機器にも共通して言えることである。よって、省エネルギーは特定の場

合だけを考慮すればいいのではなく、どんな場合においても現状を把握し、最適条件で実践すべきものである。これだけやれば終わりというものではなく、絶えずムダゼロを目指し努力を継続しなければならない。

### 謝辞

本稿の執筆にあたり、日本大学生産工学部 大谷義彦教授、金沢工業大学 建築・環境学部 金谷末子

教授、NPO法人LED照明推進協議会企画運営委員会 下出澄夫委員長、同志社大学 理工学部 三木光範教授、株式会社日建設計 設備設計部 本多敦部長には貴重なご意見を多数頂戴致しました。この場を借りて、厚く御礼申し上げます。

## 参考文献

- 1) 総合科学技術会議、「環境エネルギー革新計画」(2008)
- 2) 電気事業連合会ホームページ、「でんきの情報広場」: <http://www.fepc.or.jp/library/index.html>
- 3) (社)日本電球工業会、「照明における省エネ提案」(2006)
- 4) (社)日本電球工業会、「あかりの省エネ」(2007)
- 5) 河本康太郎、中村芳樹、「省エネルギー照明技術」、(財)省エネルギーセンター(2005)
- 6) Robin Devonshire, 「Environmental Pressures on Lighting: How is the Technology Responding?」、松下テクニカルジャーナル、Vol.53, No.2, 36-41 (2008)
- 7) LED照明推進協議会、「白色LEDの技術ロードマップ」
- 8) パナソニック電工(株)LED照明器具カタログ、p29
- 9) 有機エレクトロニクス研究所ホームページ、「有機EL照明開発ロードマップ」: <http://www.organic-electronics.jp/>
- 10) 鹿島建設(株)KaTRIリーフレット、「オフィスエネルギーの省エネルギー手法」(2000年9月)
- 11) 三木光範、後藤和宏、廣安知之、「集中制御による知的照明システム」、照明学会、全国大会講演論文集(2006)
- 12) (社)照明学会ホームページ、「基礎事項解説」: <http://www.ieij.or.jp/what/yougo.html>
- 13) 三木保弘、「高効率ランプの多灯分散による住宅照明の質向上と省エネルギーの両立」、国土技術政策総合研究所、アニュアルレポート(2005)、84-85
- 14) 日本工業標準調査会 JIS Z9110-1979

## 執筆者プロフィール



### 武井 義久

環境・エネルギーユニット  
科学技術動向研究センター 特別研究員  
<http://www.nistep.go.jp/index-j.html>

石油会社において、石油精製の設備管理、石油備蓄の基地運営、新規事業の開発業務などに従事。現在、環境・エネルギー分野で、低炭素社会を実現するための科学技術と政策に興味を持ち、調査研究を行っている。